

TMS320VC54x 系列 DSP 的用户 Bootloader 设计

张小莉

(海军计算技术研究所, 北京 100841)

摘要: TMS320VC54x 系列 DSP 的内部 ROM 固化了一个称为 Bootloader 程序。在 DSP 上电时 Bootloader 将外部 Flash 中的用户程序搬移到 DSP 的片上 RAM 或片外 RAM 程序区中,并将程序指针指向用户程序运行时的首地址执行。在 16 bit 并行自举方式下, DSP 提供的这个 Bootloader 程序要求用户程序代码长度不能超过 32 KB。文介绍了一种用户 Bootloader 的设计方法,通过二次自举可实现对应用程序代码长度超过 32 KB 的加载。

关键词: TMS320VC54x; 数字信号处理器; 自举; 二次自举

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)06-0010-02

The design of user Bootloader based on TMS320VC54x series DSP

Zhang Xiaoli

(Navy Computing Technology Institute, Beijing 100841, China)

Abstract: TMS320VC54x series DSP has a Bootloader program. It transfers code from external Flash into internal or external program memory following power-up. The length of user coder must be under 32 KB in the paraller boot mode. This paper provides a design methods of user Bootloader program. The method supports booting program, which length beyond 32 KB.

Key words: TMS320VC54x; DSP; bootloader; second bootloader

TMS320VC54x 系列 DSP 上电时, 需要通过掩膜在 DSP 片上 ROM 的 Bootloader(自举)程序完成对用户应用程序的加载过程, 即 DSP 上电后自动将固化在 Flash 中的应用程序读入到 DSP 的片上 RAM 或片外 RAM 映射成的存储区的一个过程^[1]。由于片上 Bootloader 程序在外扩 Flash 并行自举方式下, 用户应用程序可执行代码长度不能超过 32 KB, 所以在实际应用中常常会遇到可执行代码超过 32 KB 的问题。因此, 用户必须设计自己的 Bootloader 程序, 通过二次自举的方法完成对应用程序的自举。

1 TMS320VC54x 系列 DSP 的自举

1.1 自举方式

TI 公司的 TMS320VC54x 系列 DSP 所提供的自举功能非常强大, 它支持多种自举方式, 可以满足用户多种不同的需求。

这些方式包括串行口(标准串口、时分串口、缓冲串口)输入方式、并行口输入方式、HPI 口输入方式、I/O 口等方式。此外, 按照数据进入 DSP 时的字长又分为 8 bit 方式和 16 bit 方式^{[2]8-11}。

1.2 自举过程

当 MP/MC=0 时, TMS320C54x 被置于微计算机模式。上电或复位时, 程序指针指向片内 ROM 区的 0xff80 单元。该单元放置了一条跳转指令, 使程序跳转到 0xf800 单元, 而 0xf800 单元的内容就是 Bootloader 引导程序的起始地址。Bootloader 将存放在外部 Flash 中的应用程序搬移到 DSP 内部或外部的 RAM 区, 搬移完成后跳转到该程序的入口处执行。存放在外部 Flash 的用户程序与一些必要的引导信号组合在一起称为自举表。自举表内容不仅包括了欲加载的各段代码, 而且包括各段代码长度、各代码段存放的目标地址、程序入口地址等信息。TMS320VC54x 系列 DSP 的自举表结构^[3]如表 1 所示。

2 用户 Bootloader 设计

2.1 外扩 Flash 并行自举的局限性及解决方法

采用外扩 Flash 的 16 bit 并行自举是一种比较方便的使用方式。由于 TMS320VC54x DSP 系列 CPU 的数据空间只有 64 KB, 其中低端 32 KB(地址从 0000h-7fffh)映射到内部, 映射到外部数据空间的只有高端 32 KB(地址从 8000h-ffffh)。TI 掩膜自举程序的处理方式是仅在这

表 1 自举表结构示意图

序号(字)	内容及意义
1	10AA(16 bit 存储模式)
2	寄存器 SWWSR 值
3	寄存器 BSCR 值
4	Boot 之后应用程序入口点 XPC
5	Boot 之后应用程序入口点 PC
6	第一块程序段长度
7	第一块程序段要装入的内部 RAM 区偏移地址 XPC
8	第一块程序段要装入的内部 RAM 区地址 PC
9	第一块程序段代码...
10	第二块程序段长度
11	第二块程序段要装入的内部 RAM 区偏移地址 XPC
12	第二块程序段要装入的内部 RAM 区地址 PC
13	第二块程序段代码...
...	...
	最后一块程序段长度
	最后一块程序段要装入的内部 RAM 区偏移地址 XPC
	最后一块程序段要装入的内部 RAM 区地址 PC
	最后一块程序段代码...
	0x0000(Boot 表结束字)

32 KB 空间内进行寻址搬移^[4]。如果用户应用程序超过了 32 KB,则无法完成自举过程。

文中设计的 TMS320VC5410A 目标平台采用的 Flash 为 39VF800,存储容量 512 KB×16 bit,用来存储超过 32 KB 的用户主程序。由于 TI 的 5410 ADSP 的外部数据空间只有 32 KB(地址从 8000h~ffffh)。因此,将 Flash 分为 16 页,每页 32 KB,重用 8000h~ffffh 地址空间。页编号从 0 开始,在访问 Flash 时需要先指定页号,然后读取数据。将用户自举程序放在 Flash 上电默认页(即第 0 页)的最后 2 KB,因此需要在 Flash 的第 0 页的 ffffh 位置写上 F800h。用户自举程序从 F800h 开始连续存放。ffffh 中存放主程序常用区起始页,供 Bootloader 程序寻址,Flash 资源分配示意如表 2 所示。

表 2 Flash 资源分配表

页号	起始地址	内容
0 INFO_FLASH_PAGE	0x8000	空
	0xf800	用户的 Bootloader 程序
	0xfffd	主程序起始页号:4
	0xfffe	主程序备份区页号:12
	0xffff	Bootloader 入口地址:0xf800
1 PAGE	0x8000	保留
2,3 PAGE	0x8000	保留
4-7 MAIN_SOFT_PAGE	0x8000	主程序,最大可支持 128 KB
8-11 PAGE	0x8000	保留
12-15 PAGE	0x8000	主程序备份

2.2 二次自举

所谓二次自举是指上电时 CPU 片上自举程序首先将用户的自举程序搬到片内 RAM 中运行,用户自举

程序取得控制权后,再将用户的应用程序自举到 RAM 中运行。由于用户自举程序是自己编制的,在需要时可以控制 Flash 换页,因此也就突破了 32 KB 的限制。

2.3 可自举文件的生成

用户的自举过程完全仿照 TI 的处理方法,只是增加了处理超过 32 KB 时的寻址切换问题。首先,利用 CCS5000 的集成开发环境编写调试自举程序和应用程序,并生成 .out 文件^[5]。然后利用 TI 公司提供的 Hex 转换工具 Hex500.exe 程序将 .out 文件转换为 ASCII 码文件,生成的 ASCII 码文件是一个严格按照自举表格式排列的可执行代码。同时生成的还有该文件的 MAP 文件,可以从 MAP 表中找到程序的入口地址^{[2]352-380},用户需将 ASCII 码文件进一步转换为二进制文件,最后,将二进制的用户自举程序和用户主程序分别烧写到 Flash 中相应的位置(如表 1 所示)即可。

可以利用编程器对 Flash 进行烧写。此外,CCS5000 的集成开发环境提供了丰富的 BIOS 函数,使得文件读写变得极为方便。用户也可以自己编写 Flash 的文件烧结程序,并通过仿真器将用户程序烧制到 Flash 中。

2.4 用户 Bootloader 实现

如图 1 所示,用户的自举程序需要完成 CPU 初始

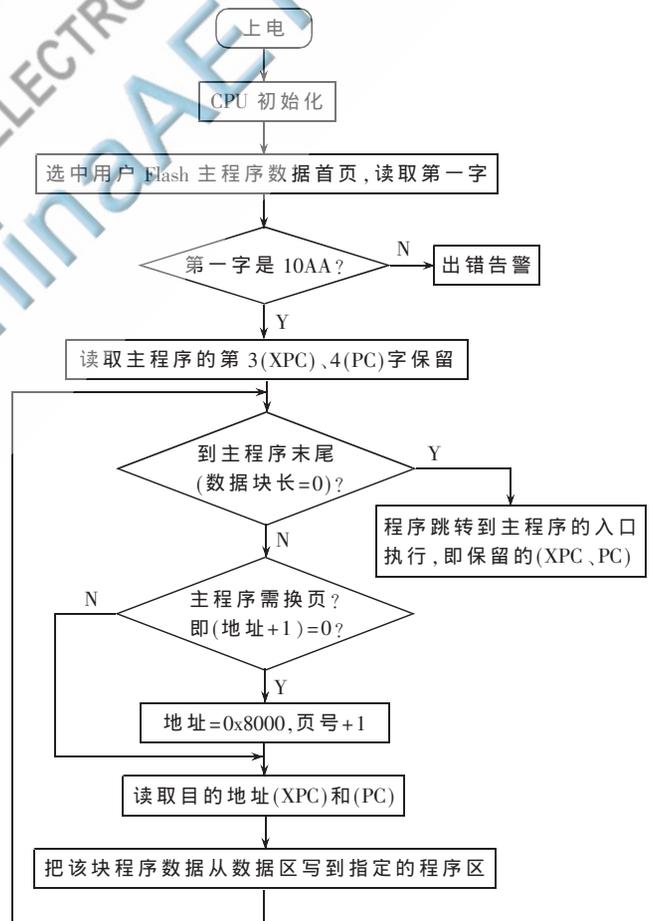


图 1 自举程序设计流程图

化、自举表格式实现、Flash 读写操作、Flash 分页切换等工作。当地址增加由 0xffffh 变为 0x0000h 时,则表明地址溢出,需要换页。自举程序从数据空间读取用户主程序数据写入到程序空间,搬移完毕后,用户自举程序将控制权交给用户主程序,从而完成自举过程。

TMS320VC54x 系列 DSP 具有低功耗、高速度和多总线结构,在嵌入式开发中具有广泛的应用。本文介绍的二次自举方法,可以很好地解决用户程序代码超过 32 KB 的问题,这种方法具有较好的通用性和实用性,对 DSP 的技术开发人员有一定的参考启发。

参考文献

[1] 张勇,陈天麒.C/C++语言硬件程序设计——基于 TMS320VC54x 系列 DSP[M].西安:西安电子科技大学出版社,2003:205-207.

[2] 刘益成.TMS320VC54x DSP 应用程序设计与开发[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.

[3] 自动化在线.TMS320VC54x DSP 在线烧写 Flash 存储器并实现自举引导的方法[J/OL].(2009-4-21)[2011-11-25].<http://www.autooo.net/classid124-id45154.html>.

[4] 郑红,吴冠.TMS320VC54x DSP 应用系统设计[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.

[5] 尹勇,欧光军,关荣锋.DSP 集成开发环境 CCS 开发指南[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.

(收稿日期:2012-01-30)

作者简介:

张小莉,女,1962年生,高级工程师,主要研究方向:信息安全。

电子技术应用
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE
www.ChinaAET.com